Pflanzenphysiologische Mittheilungen aus Buitenzorg.

(IV.[1])

Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*

von

J. Wiesner,

w. M. k. Akad.

Es ist nunmehr allgemein bekannt, dass die Samen von *Viscum album* nur im Lichte keimen und dass dieselben, obschon sie bereits im Herbste, zur Zeit der Fruchtreife, vollkommen ausgebildet erscheinen, weder in dieser Jahreszeit noch bis zum März des nächsten Jahres zum Keimen zu bringen

---

[1] Die bisher veröffentlichten »Pflanzenphysiologischen Mittheilungen aus Buitenzorg« (I—III. Diese Berichte, Bd. 103, Jänner und März 1894) wurden von Buitenzorg eingesendet. Die vorliegende vierte Mittheilung stützt sich zum grossen Theile auf von mir dort angestellte Beobachtungen, wurde aber erst nach meiner Zurückkunft aus Java in Wien niedergeschrieben. Ein Gleiches gilt auch für meine später folgenden, unter obigem Titel erscheinenden Mittheilungen.

Die in den Tropen gewonnenen Resultate haben mancherlei Anregung zum Studium von Vegetationsprocessen unserer Gewächse gegeben. Da ich die Ergebnisse der auf diese Weise angeregten Studien in diese Abhandlung aufgenommen habe, so geht der Inhalt derselben hier und dort über den Rahmen hinaus, welcher durch den gewählten Haupttitel dieser Sammlung von Arbeiten gegeben erscheint. Trotzdem behielt ich den Anfangs gewählten Haupttitel bei, weil ich meine kleinen Buitenzorger Studien in einer zusammengehörigen Reihe zu veröffentlichen für zweckmässig halte.

sind, selbst wenn künstlich für entsprechende Wärme und Feuchtigkeit Sorge getragen ist und die Keimlinge dem herrschenden Tageslichte ausgesetzt werden. Erst Ende März oder im April stellt sich die Keimfähigkeit dieser Samen ein, welch letztere dann, günstige Entwickelungsbedingungen vorausgesetzt, ein hohes Keimprocent aufweisen.[1]

Um mit Sicherheit beurtheilen zu können, in wie weit diese und andere bei der Keimung der Mistelsamen auftretende Eigenthümlichkeiten als Anpassungen an die gegebenen Vegetationsbedingungen und in wie weit sie etwa als Eigenthümlichkeiten der Gattung *Viscum* zu betrachten sind, erscheint es geboten, das Verhalten von *Viscum*-Arten, welche anderen Vegetationsgebieten angehören, im Vergleiche mit unserer Mistel zu studiren.

Ich habe desshalb während meines Aufenthaltes in Buitenzorg die Keimung tropischer *Viscum*-Arten im angegebenen Sinne möglichst genau zu erforschen gesucht.

Es schien mir zweckmässig, die Gelegenheit meines Aufenthaltes in Buitenzorg zu benützen, um auch die Keimung der Samen von *Loranthus*, welche Gattung auf Java durch eine stattliche Zahl von Arten vertreten ist, zu verfolgen. Es erweiterten sich auf diese Weise die Grenzen meiner Aufgabe, und es wurde die Aussicht eröffnet, zu entscheiden, in wie weit die bei der Keimung hervortretenden Eigenthümlichkeiten der unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen vorkommenden Species von *Viscum* und *Loranthus* als blosse Anpassungen an die Vegetationsbedingungen und in wie weit sie als Gattungs- oder Familieneigenthümlichkeiten zu betrachten sind.

Da bisher meines Wissens keinerlei Versuche unternommen wurden, um zu entscheiden, ob die Samen unseres *Loranthus europaeus* bei der Keimung sich so wie die gewöhnlichen Samen oder so wie die von *Viscum album* verhalten, so habe ich veranlasst, dass während meiner Abwesenheit im

[1] Über diese merkwürdigen physiologischen Eigenthümlichkeiten des Samens von *Viscum album* siehe Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen, I (Denkschriften der kais. Akad. der Wissensch., Bd. 39, 1878). Daselbst sind auch die älteren Beobachtungen über die Keimung dieses Parasiten verzeichnet.

pflanzenphysiologischen Institute die entsprechenden Versuche eingeleitet und bis zu meiner Zurückkunft weitergeführt werden. Herr Dr. Krasser, Assistent am genannten Institute, hat sich dieser Aufgabe mit gewohnter Sorgfalt unterzogen, nachdem Herr Dr. Cieslar, Adjunct an der k. k. forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn bei Wien, es gütigst übernahm, frische Früchte von *Loranthus europaeus* aus den Forsten des Wienerwaldes an das Institut zu senden.

Nach meinem Vorschlage wurde die Keimung der Samen von *Loranthus europaeus* in ähnlicher Weise, wie wir dies seit Jahren, und stets mit gutem Erfolge, bezüglich der Keimung von *Viscum album* zu thun pflegen, eingeleitet. Es wurden nämlich die *Loranthus*-Samen auf Fichtenholzbrettchen aufgeklebt, und, um den eventuell eintretenden negativen Heliotropismus der Hypocotyle constatiren zu können, in der Profilstellung dem Lichte ausgesetzt. Es stehen dann also die Brettchen senkrecht zur Fensterfläche oder in der Richtung des stärksten einfallenden diffusen Lichtes. Selbstverständlich wird bei diesen Versuchen nicht nur für passende Temperatur, sondern auch für die erforderliche Befeuchtung durch zeitweilige Besprengung der Brettchen gesorgt.

Die Samen wurden theils im hellen, theils im verschieden geschwächten Tageslichte cultivirt, ferner wurden Parallelversuche im Finstern angestellt. Die Aussaat erfolgte Mitte Februar. Die Aufstellung der mit Samen versehenen Brettchen wurde im Experimentirraum des Institutes vorgenommen. Es ist dies ein geräumiges Gewächshaus mit doppelter Verglasung, welches nur zu Versuchszwecken dient.

Als ich aus Java nach Wien zurückkehrte (am 4. April l. J.), war noch in keiner der Versuchsreihen der Beginn der Keimung zu bemerken. Die im Finstern cultivirten Samen gingen alsbald zu Grunde. Etwas besser hielten sich die in schwachem diffusen Lichte cultivirten Samen, sie gingen aber gleichfalls, ohne zu keimen, zu Grunde. Unter den gleichen Beleuchtungsverhältnissen keimten Samen von *Viscum*. Auch in etwas stärkerem diffusen Tageslichte, in welchem die Samen von *Viscum* gleichfalls keimten, gingen die Samen von *Loranthus* zu Grunde. Nur im hellen diffusen Tageslichte keimte ein Theil der *Loranthus*-

Samen, und zwar in den letzten Tagen des April und in den ersten Tagen des Mai. Die tägliche maximale chemische Helligkeit betrug an dem Orte, wo die Samen von *Loranthus* keimten, in der Zeit vom 4. April bis 4. Mai im Mittel 0·153 der Bunsen-Roscoe'schen Einheit.[1]

Die gekeimten Samen von *Loranthus* waren durch einen Querriss der Testa charakterisirt, aus welchem das tief ergrünte und angeschwollene Würzelchen (richtiger hypocotyle Stengelglied) hervorbrach. Leider gingen diese Keimlinge bald zu Grunde, so dass die Frage, ob die Würzelchen von *Loranthus europaeus* gleich denen von *Viscum album* negativ heliotropisch sind, nicht entschieden werden konnte. Die Beantwortung dieser Frage bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten, bei welchen auch die Bedingungen der Keimung der Samen von *Loranthus europaeus*, namentlich rücksichtlich des Substrates und der Lichtintensität genauer festzustellen sein werden. Was das Substrat anbelangt, so wurde in unseren bisherigen Versuchen, wie schon bemerkt, so vorgegangen, wie es sich für *Viscum album* als zweckmässig herausgestellt hat. Allein da unsere Mistel auf den verschiedensten Laub- und Nadelbäumen gedeiht, während *Loranthus europaeus* strenge an die Eiche gebunden ist, so ist es von vornherein nicht unwahrscheinlich, dass die Samen dieses Schmarotzers schon bei der Keimung bestimmte Anforderungen an das Substrat stellen, welche in unseren Versuchen nicht erfüllt waren.

Immerhin darf aber schon aus den bisherigen Versuchen, welche bis auf die beabsichtigte Variation des Lichtes unter sonst gleichen Bedingungen ausgeführt wurden, abgeleitet werden:

1. Gleich den Samen von *Viscum album* kommt auch den Samen von *Loranthus europaeus* eine Ruheperiode zu, welche, nach den bisher angestellten Versuchen zu schliessen, in dem der Fruchtreife folgenden Monat April ihr Ende erreicht.

---

[1] Siehe hierüber Wiesner, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Erste Abhandlung: Orientirende Versuche etc. Diese Berichte, Bd. 102, Abth. I (1893), S. 291 ff.

2. Wie die Keimung der Samen von *Viscum album* so ist auch die Keimung der Samen von *Loranthus europaeus* an das Licht gebunden.

3. Zur Keimung von *Loranthus europaeus* ist, nach den bisher angestellten Versuchen zu urtheilen, eine grössere Lichtintensität wie zur Keimung von *Viscum album* erforderlich.[1]

Ehe ich meine mit den Samen tropischer *Viscum*-, beziehungsweise *Loranthus*-Arten durchgeführten Keimversuche mittheile, dürfte es sich empfehlen, meine Beobachtungen über die in Buitenzorg mit den Samen von *Viscum album* eingeleiteten Keimversuche in Kürze darzulegen.

Diese Versuche hatten den Zweck, zu entscheiden, ob die bei uns erst in der Zeit von Ende März bis Mai erfolgende Keimung der Mistelsamen auf vorhergängiger Keimunfähigkeit oder auf dem Umstande beruhe, dass bei uns die zur Keimung erforderliche Lichtintensität in der Zeit vom October bis Ende März nicht vorhanden sei.

Nach den bisher von mir angestellten Verhältnissen kann es als sehr wahrscheinlich angenommen werden, dass der Mangel an genügender Lichtintensität nicht als directe Ursache des Nichtkeimens der *Viscum*-Samen vor März betrachtet werden könne, vielmehr bis zu diesem Zeitpunkte eine factische Keimunfähigkeit anzunehmen sei.

Bisher wurden nämlich die *Viscum*-Samen unter den natürlichen Beleuchtungsverhältnissen, wie selbe bei uns in den Monaten November, December und Jänner herrschen, zur Keimung ausgesetzt, selbstverständlich in geschlossenen Räumen, um die zur Keimung erforderlichen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse herstellen zu können. Diese Versuche wurden in den genannten Monaten mehrere Jahre hindurch wiederholt, stets mit negativem Erfolge. Auch die in den

---

[1] Über die Beziehung der Lichtintensität zur Keimung der Samen von *Viscum album*, siehe Wiesner, Photometrische Untersuchungen, l. c. S. 323 bis 326.

genannten Jahreszeiten in künstlichem Lichte vorgenommenen Versuche blieben resultatlos.[1]

Zur endgiltigen Erledigung dieser Frage schien es mir zweckmässig, mit Samen von *Viscum album* in den Wintermonaten in Buitenzorg Versuche anzustellen, in welchen unter Anwendung des diffusen Tageslichtes Lichtstärken leicht zu gewinnen waren, welche den Lichtintensitäten unseres April oder Mai entsprechen.

Ich nahm Samen zum Versuche, welche in Wien reiften und die in Buitenzorg bald nach meiner Ankunft eintrafen. Von den 100 Früchten, welche mir aus Wien zu diesen Versuchen nachgeschickt wurden, kamen 32 anscheinend ganz intact an, und von den in denselben eingeschlossenen Samen hatten 26 ein völlig normales Aussehen. Nur diese kamen zu meinem Versuche in Verwendung und wurden in schon angegebener Weise zum Keimen ausgesetzt. Der Versuch begann am 19. November 1893 und wurde am 16. Jänner 1894 beendet.

Über die während des Versuches herrschenden Lichtverhältnisse habe ich Folgendes zu berichten.

Nach unseren in Wien angestellten photometrischen Bestimmungen[2] beträgt die daselbst herrschende durchschnittliche maximale chemische Lichtintensität:

Im	Monate	November	1893	0·139
»	»	December	»	0·094
»	»	Jänner	1894	0·088
»	»	Februar	»	0·208
»	»	März	»	0·312
»	»	April	»	0·588
»	»	Mai	1893[3]	0·802

[1] Einige Beobachtungen über die Keimung von *Viscum*-Samen in künstlichem Lichte finden sich in meinen beiden oben genannten Abhandlungen.

[2] Diese zum Studium des photochemischen Klimas von Wien angestellten Beobachtungen, welche ich gemeinschaftlich mit den Herren Dr. Krasser und Dr. Linsbauer durchführe, werden später veröffentlicht werden. Ich bemerke hier nur, dass dieselben am 21. December 1892 begannen und ohne Unterbrechung bisher fortgesetzt wurden.

[3] Ich setzte die Beobachtungen aus dem Jahre 1893 ein, weil bei der Niederschrift dieser Abhandlung aus dem Monate Mai nur die Beobachtungen vom 1. bis zum 14. Mai vorliegen.

Hingegen ergaben die Beobachtungen über das photochemische Klima von Buitenzorg, welches ich in Gemeinschaft mit Herrn Dr. W. Figdor untersucht habe, folgende analogen Werthe:

Mittlere maximale Lichtintensität in der Zeit
vom 19. bis 30. November 1893 . . . . 1·069
im Monate December 1893 . . . . 1·006
in der Zeit vom 1. bis 16. Jänner 1894 . . . . 0·718

Es wurde durch geneigte Aufstellung der mit den Samen besetzten Brettchen an einer verticalen Wand im Freien die auf die Samen einwirkende Lichtintensität derart geregelt, dass dieselben etwa einer chemischen Lichtstärke, wie selbe bei uns im April oder Mai herrscht, ausgesetzt waren.

Diese Samen theilten dasselbe Schicksal wie die bei uns in der genannten Jahreszeit zur Keimung hingestellten, zeitweilig künstlich feucht gehaltenen Mistelsamen: sie gingen schliesslich durch Verschimmelung und Fäulniss zu Grunde.

Es hatten also die in Buitenzorg zum Keimen ausgesetzten Mistelsamen, obgleich sie einem Lichte genügend hoher chemischer Intensität ausgesetzt waren, in den Wintermonaten nicht gekeimt, woraus zu entnehmen ist, dass das bei uns zu beobachtende späte Keimen der Samen von *Viscum album* nicht einfach auf äussere Verhältnisse zurückgeführt werden könne, sondern auf spätem Eintritt der Keimfähigkeit dieser Samen beruht. Die Mistelsamen machen somit factisch eine Ruheperiode durch.[1]

Ob diese Ruheperiode von der geographischen Lage des Keimortes völlig unabhängig ist oder ob sich nicht in den Tropen eine Abkürzung dieser Ruheperiode einstellt, wenn nämlich frühzeitig ein Licht genügender Intensität auf dieselbe einwirkt, konnte von mir nicht festgestellt werden, da die beiden aus Wien in den Monaten Jänner und Februar in Buitenzorg eingelaufenen Sendungen von Mistelfrüchten Samen enthielten, welche durch Fäulniss zu Grunde gegangen waren.

[1] Ob die in der Ruheperiode herrschende geringe Lichtintensität nicht indirect bei dem Zustandekommen der Ruheperiode betheiligt ist, wird weiter unten untersucht werden.

Von tropischen *Viscum*-Arten wählte ich zu meinen Versuchen *V. articulatum* Burm. und *V. orientale* Willd., weil ich von beiden während meines Aufenthaltes in Buitenzorg immer und reichlich reife Früchte erhalten konnte.

Die relativ viscinarmen Früchte von *V. articulatum* sind im reifen Zustande weisslich oder weissgrünlich, haben einen Durchmesser von 3—4·2 *mm* und umschliessen einen fast linsenförmig gestalteten, 2·5—3 *mm* im Durchmesser haltenden Samen, der nur einen Embryo zu Entwicklung bringt. Eine genaue Untersuchung ergab, dass die Samen von *Viscum articulatum* bilateral-symmetrisch gebaut sind. Das Würzelchen tritt somit an einer der natürlichen Hälften der Samen hervor. Ob in der anderen Samenhälfte noch ein zweiter Embryo zur Anlage kommt und erst später verkümmert, habe ich nicht untersucht.

Derartige Samen wurden auf kleinen Holzbrettchen (aus dem Holze von *Albizzia moluccana*) festgeklebt und unter zeitweiliger Befeuchtung der Wirkung des diffusen Tageslichtes ausgesetzt. Nach einigen Tagen waren an allen Samen die Würzelchen zur Entwicklung gekommen. Die Samen von *Viscum articulatum* keimen mithin sofort, eine Ruheperiode, wie den Samen von *V. album*, kommt ihnen nicht zu.

Man könnte gegen diesen Satz einwenden, dass möglicherweise die zu den Versuchen benützten Samen am Baume eine Ruheperiode durchgemacht hätten. Dagegen ist aber zu bemerken, dass die Früchte von *Viscum articulatum* sich bald nach ihrer Reife vom Stamme loslösen, und dass die täglichen, bekanntlich sehr heftigen Regen diesen Ablösungsprocess befördern.

Wenn man eben vom Baume genommene, mit Früchten besetzte Büsche von *Viscum articulatum* in einem vor Regen geschützten Raume sich selbst überlässt, so lösen sich schon in einem bis wenigen Tagen die reifen Beeren von den Zweigen los. Die Beeren schrumpfen noch etwas ein, und bald beginnt innerhalb der viscinarmen Hülle der Same schwach zu keimen, indem die Würzelchen die Testa durchbrechen.

Solche Samen mit innerhalb der Fruchtlage hervorgebrochenen Würzelchen sind in diesen Zustand etwa 1—2 Wochen nach dem Eintritt der Fruchtreife gekommen; dennoch sind sie alt im Vergleiche zu den Samen, welche zu den obigen Versuchen dienten. Denn diese wurden vom Busch weg aus der eben reif gewordenen Frucht herausgelöst und waren noch nicht in das Stadium der Keimung getreten, da ihre Würzelchen die Samenhaut noch nicht durchbrochen hatten.

Es wurden im Laufe der Zeit meines Aufenthaltes in Buitenzorg, zuletzt noch im Januar l. J., neun Versuchsreihen mit *Viscum articulatum* angestellt. Die Keimung (nämlich das deutliche Hervorbrechen der Würzelchen) trat ein

im	Versuche	Nr. 1	frühestens[1]	nach	$3^1/_2$	Tagen,
»	»	Nr. 2	»	»	4	» ,
»	»	Nr. 3	»	»	5	» ,
»	»	Nr. 4	»	»	$3^1/_2$	» ,
»	»	Nr. 5	»	»	$4^1/_2$	» ,
»	»	Nr. 6	»	»	$3^1/_2$	» ,
»	»	Nr. 7	»	»	4	» ,
»	»	Nr. 8	»	»	4	» ,
»	»	Nr. 9	»	»	4	» .

Die Keimungsbedingungen waren in allen Versuchsreihen die gleichen. Der Beginn der Keimung stellt sich also im Lichte und unter den sonst im Versuche herrschend gewesenen Verhältnissen nach $3^1/_2$—5, durchschnittlich nach 4 Tagen ein.

Von sämmtlichen 108 ausgesäeten Samen kamen 101 Samen zur Entwicklung. Das Keimprocent ist mithin ein sehr hohes, indem von 100 Samen etwa 93 keimten.

Parallel mit den im Lichte durchgeführten Versuchen liefen Reihen, in welchen unter sonst gleichen äusseren Verhältnissen die zum Keimen ausgelegten Samen in völliger Dunkelheit sich befanden, indem die mit den Samen versehenen Brettchen, erhöht liegend, von Metallrecipienten bedeckt wurden, welche unten breit gefalzt waren, so dass von den unteren Rändern

---

[1] D. h. der erste oder die ersten Samen der Reihe liessen die Würzelchen nach der angegebenen Zeit erkennen.

des deckenden Gefässes kaum eine Spur Licht zu den Samen treten konnte. Dass indess thatsächlich kein chemisch wirksames Licht zu den Samen gelangen konnte, wurde nach der von mir bei meinen photometrischen Untersuchungen angewendeten Methode constatirt.

Die Keimung der dunkel gehaltenen Keimlinge trat ein:

im Versuche		Nr. 1	frühestens nach		$5^1/_2$	Tagen,
»	»	Nr. 2	»	»	6	» ,
»	»	Nr. 3	»	»	7	» ,
»	»	Nr. 4	»	»	$5^1/_2$	» ,
»	»	Nr. 5	»	»	6	» ,
»	»	Nr. 6	»	»	$6^1/_2$	» ,
»	»	Nr. 7	»	»	5	» ,
»	»	Nr. 8	»	»	6	» ,
»	»	Nr. 9	»	»	$6^1/_2$	» .

Die im Dunkeln cultivirten Samen begannen also nach 5—7, im Durchschnitt nach 6 Tagen zu keimen.

Aus diesen Versuchen ergibt sich:

1. Dass die Samen von *Viscum articulatum* auch im Finstern keimen, und

2. dass die Keimung derselben im Finstern eine merkliche Verzögerung erfährt.

Ich habe bei Vergleich der Dunkelkeimlinge mit den Lichtkeimlingen keine auffallende Verschiedenheit, vor allem keine Etiolirungserscheinungen wahrgenommen. Nur schienen mir die Würzelchen der Dunkelkeimlinge dünner, dessgleichen die Haftscheiben. Das Keimprocent der Dunkelkeimlinge habe ich kleiner als das der Lichtkeimlinge gefunden. Aus allen neun Versuchsreihen ergab sich ein Keimprocent der ersteren von 82.[1]

Lässt man die Samen von *Viscum articulatum* im Lichte durch 30 Tage trocknen, so sinkt das Keimprocent auf circa 70; erfolgt die Trocknung im Finstern, so sinkt es auf circa 40—50.

---

[1] Nach Beobachtungen von Cieslar (Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, Bd. VI, 1883, S. 270 ff.) weisen die Samen zahlreicher Gewächse, welche sowohl im Lichte als im Dunkeln keimen, im ersteren Falle ein höheres Keimprocent auf.

Im ersteren Falle verspätet sich der Keimbeginn um 2, im letzteren um 5 Tage. —

Die Beeren von *Viscum orientale* sind gelb gefärbt und ähneln nicht nur in der Farbe, sondern auch in der Grösse den Früchten von *Loranthus europaeus.*

Die in Alkohol conservirten Früchte dieser *Viscum*-Art haben durchschnittlich einen Längendurchmesser von 5·9 und einen Querdurchmesser von 5·7 *mm.* Gleich den Samen von *V. articulatum* sind auch die Samen von *V. orientale* arm an Viscin. In den in Weingeist conservirten Früchten beider *Viscum*-Arten findet sich nur eine verschwindend kleine Menge von Viscin vor, während in den in gleicher Weise conservirten Früchten von *V. album* reichlich Viscinschleim zu finden ist.

Die Samen von *V. orientale* haben etwa dieselbe herzförmige[1] Gestalt wie die mit zwei Embryonen versehenen Samen unserer gemeinen Mistel, nur sind sie relativ dicker, etwas abgerundeter und tragen an den beiden Ausbuchtungen der Herzform, beiläufig an jenen Stellen, an welchen bei den mit zwei Embryonen versehenen Samen von *V. album* die Würzelchen hervortreten, je einen spitzen Höcker. Unterhalb eines der beiden Höcker tritt bei der Keimung ein Würzelchen (Hypocotyl) hervor. Trotz der symmetrischen Form der Samen befindet sich in denselben, so viel ich gesehen habe, nur ein seitlich gelegener Embryo. Da ich die Entwicklung dieser Samen nicht verfolgt habe, so kann ich nicht angeben, ob in denselben ein Embryo oder zwei Embryonen angelegt werden. Der Längendurchmesser der Samen gleicht etwa dem Breitendurchmesser und beträgt durchschnittlich 4·7 *mm.*

Wie bei *Viscum articulatum* tritt auch bei *V. orientale* das Würzelchen einige Zeit nach dem Eintritt der Fruchtreife schon in der Fruchtlage etwas über die Samenhaut hervor, nachdem gewöhnlich vorher eine schwache Schrumpfung der Beere eingetreten ist. Ich habe selbstverständlich zu meinen Versuchen nur solche Samen gewählt, welche noch kein Würzelchen ausgetrieben hatten.

---

[1] Die mit einem oder mit drei Embryonen versehenen Samen von *Viscum album* besitzen bekanntlich andere Gestalten.

Einige der Versuche wurden im Tageslichte, einige, unter sonst gleichen äusseren Verhältnissen, im Dunkeln, und zwar in derselben Weise, wie in den früher beschriebenen, mit *Viscum articulatum* vorgenommenen, ausgeführt.

In 3—5 Tagen stellt sich unter Einwirkung des Tageslichtes bei *Viscum orientale* der Beginn der Keimung ein, auch im Dunkeln geht die Keimung vor sich. Der mittlere Zeitunterschied zwischen dem Keimungsbeginn der Licht- und der Dunkelkeimlinge beträgt aber nur einen Tag.

Im Finstern tritt deutliches Etiolement ein, indem die Würzelchen gelbgrün erscheinen und etwas überverlängert sind. Haftscheiben werden aber auch im Finstern gebildet.

Gleich den Samen von *Viscum articulatum* kommt auch den Samen von *V. orientale* keine Ruheperiode zu, und keimen gleich jenen auch diese bei Ausschluss des Lichtes; aber im Lichte stellt sich auch bei dieser *Viscum*-Art eine Beschleunigung der Keimung ein.

In starkem Lichte sind die Würzelchen beider *Viscum*-Arten deutlich negativ heliotropisch, bei *V. articulatum* schien mir der negative Heliotropismus stärker als bei *V. orientale* ausgebildet zu sein.

In schwachem Lichte oder im Finstern tritt Aufrichtung der Würzelchen ein, so dass man auf den Gedanken geleitet wird, dass hier negativer Geotropismus vorliege.

Durch wiederholte Versuche überzeugte ich mich, dass thatsächlich negativer Geotropismus vorliege, welcher sich aber erst später einstellt. Bei *Viscum articulatum* beobachtete ich deutliche, genau verticale Aufrichtung erst am 15. Tage nach der Aussaat. Auch auf geneigter Fläche (45° Neigung gegen den Horizont) bemerkte ich verticales Aufwärtswachsen der Hypocotyle. Auch bei *V. orientale* tritt die Aufrichtung erst spät auf. Ich habe hierüber aber keine zahlenmässigen Belege. Einige Zeit nach dem Eintritt des negativen Geotropismus wird diese Erscheinung durch Auftreten einer spontanen Nutation alterirt; die Würzelchen stehen nicht mehr kerzengerade aufwärts, sondern nehmen eine flach bogenförmige oder auch hakenförmige Krümmung an.

Von tropischen *Loranthus*-Arten habe ich solche ausgewählt, von welchen während meiner Anwesenheit in Buitenzorg voraussichtlich stets reife Früchte zu erwarten waren. Es waren dies *Loranthus repandus* Blume und *L. pentandrus* L. (= *L. farinosus* Desr.).

Die sehr viscinarmen Früchte wurden auf Brettchen aus dem Holze von *Albizzia moluccana* festgeklebt und theils im Dunkeln, theils im Tageslichte unter zeitweiliger Besprengung mit Wasser sich selbst überlassen.

Sowohl im Lichte, als im Dunkeln erfolgte die Keimung dieser beiden *Loranthus*-Arten, und zwar im Lichte rascher als im Finstern. Aber der Zeitraum von der Aussaat bis zum Keimungsbeginn war ein verschiedener.

Bei *L. pentandrus* waren in Lichtculturen fünf Wochen vergangen, bis der Eintritt der Keimung sich einstellte. Ich versuchte die Cultur auf Zweigen verschiedener Bäume; es vergingen aber auch 4—5 Wochen bis die Keimung eintrat. Etwas günstiger gestalteten sich die Verhältnisse bei Aussaat auf Zweigen von *Pangium*, wo im günstigsten Falle schon nach 22 Tagen der Keimungsbeginn zu bemerken war. Bei Dunkelculturen verspätete sich der Keimungsbeginn um $^1/_4$—$^1/_3$ der bei Lichtculturen beobachteten Zeitdauer.

Da die Keimung der Samen von *Loranthus pentandrus* einige Zeit in Anspruch nimmt, so kann man hier eine kurze Ruheperiode annehmen; nicht so bei *L. repandus*, dessen Samen sich so wie die Samen der beiden in den obigen Versuchen hervorgehobenen tropischen *Viscum*-Arten verhielten.

Mit den Samen der letztgenannten *Loranthus*-Art stellte ich mehrere Versuche an, welche, wenn die Anpflanzung stets in der gleichen Art, nämlich auf dem Holze der *Albizzia moluccana* erfolgte, bezüglich der Zeitdauer gleichartig verliefen.

Jede Frucht (Scheinfrucht) von *Loranthus repandus* enthält einen Samen, dessen Keimling in der Fruchtlage ein zartes langgestrecktes Würzelchen besitzt. Durch Drücken an dem breiten Ende der birnförmigen Frucht lässt sich der Embryo leicht unverletzt hervorschieben. Derselbe liegt in einer nur unbeträchtlichen Menge einer klebenden viscinartigen Masse.

Die Keimung trat bei den Lichtkeimlingen nach 6—8, bei den Dunkelkeimlingen nach 7—10 Tagen ein. Dabei bleibt das schon in der Fruchtlage vorhandene Würzelchen einige Zeit, ohne indess merklich zu wachsen, erhalten. Die bei der Keimung der Samen sich einstellende Haustorienentwicklung scheint auch hier vom hypocotylen Stengelgliede auszugehen. Die Lichtkeimlinge sind lebhaft grün gefärbt, während die Dunkelkeimlinge eine weisslichgelbe Farbe besitzen, da in derselben wohl Etiolin, aber kein Chlorophyll gebildet wird.

Wie schon erwähnt, besitzen die Früchte der untersuchten tropischen *Loranthus*-Arten nur eine geringe Menge jener klebrigen Masse, welche als Viscin bezeichnet wird und entspricht dieselbe einer besonderen Gewebsregion der sogenannten Beere, welche man »Viscinschicht« genannt hat.[1] Auch in den Früchten anderer tropischer, parasitisch auf Bäumen lebender *Loranthus*-Arten habe ich nur ein kleines Quantum von Viscin gefunden. Den nicht parasitischen Loranthaceen fehlt das Viscin gänzlich.[2] Hingegen sind die Früchte von *Loranthus europaeus* reich an Viscin.

Im Vergleiche zu unseren Mistelbeeren sind, wie schon bemerkt, die Früchte der tropischen *Viscum*-Arten nur sehr arm an Viscin. Wenn ich die Menge des in den Früchten der oben genannten tropischen *Viscum*-Arten vorkommenden Viscins auf ein Zehntel jener Viscinmenge veranschlage, welche in unseren Mistelbeeren angetroffen wird, so ist der angegebene Bruchtheil wahrscheinlich noch nicht gering genug angenommen. In den genannten und überhaupt in den von mir beobachteten Früchten tropischer *Loranthus*-Arten ist aber die Viscinmenge eine noch beträchtlich kleinere.

Es ergibt sich also durch Vergleich der Früchte unserer Loranthaceen mit den tropischen die auf-

---

[1] Siehe hierüber Engler und Prantl, Pflanzenfamilien; Loranthaceen von Engler, S. 173.

[2] Z. B. den Früchten der Gattungen *Nuytsia* und *Gaiadendron*.

fallende Thatsache, dass die ersteren weitaus viscinreicher sind als die letzteren.[1]

Diese Thatsache scheint mir desshalb werthvoll, weil dieselbe zur Deutung der physiologischen Function des Viscinschleimes mehr Anhaltspunkte darbietet, als die bisher in Anschlag gebrachte blosse Thatsache, dass die Früchte von *Viscum album* und von *Loranthus europaeus* Viscinschleim enthalten.

Dass der Viscinschleim der Loranthaceenfrüchte zur Befestigung der Samen an den Ästen der Wirthpflanze dient, ist etwas selbstverständliches. Es fehlt ja auch jenen Loranthaceen, welche nicht parasitisch leben. Es reicht selbst jene kleine Menge von Viscin, welche in den Früchten der tropischen Loranthaceen vorkommt, vollkommen aus, um das Ankleben der Samen an die Rinde der Wirthbäume zu bewerkstelligen.

Es entsteht aber die Frage, wozu dient jene grosse Viscinmenge, welche in den Früchten von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* anzutreffen ist?

Über die physiologische Function dieses Schleims liegt meines Wissens nur die von Guérin[2] ausgesprochene Ansicht vor, der zufolge der Viscinschleim die Aufgabe haben soll, den Samen in Folge seiner grossen Hygroskopicität während der

---

[1] Es scheint mir der Erwähnung werth, dass, während gewöhnlich die Viscinschichte das ganze Ovarium der Loranthaceen umgibt, gerade bei einigen tropischen Arten dieser Familie die genannte Schichte auf die Scheitelregion des Ovariums beschränkt ist. (S. hierüber Engler und Prantl, l. c. S. 173.)

[2] Ch. Guérin. Notes sur quelques particularités de l'histoire naturelle du Gui *(Viscum album)*. Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. Sér. IV, Vol. VI, p. 183—229. Auf diese Abhandlung wurde ich durch ein Referat in den Beiblättern des botanischen Centralblattes (1894) nach meiner Rückkehr aus Java aufmerksam. Abgesehen von einigen brauchbaren Einzelnbeobachtungen ist diese Arbeit Guérin's nur von geringem Werthe, da dieselbe ohne Rücksicht auf die vorhandene Literatur über diesen Gegenstand durchgeführt ist und die meisten von dem Autor vorgeführten Thatsachen (über die Ruheperiode von *Viscum*, über den negativen Heliotropismus des Würzelchens, über die Beziehung der Brechbarkeit des Lichtes zur Keimung der Mistelsamen etc.) lange vorher durch viel exactere Untersuchungen festgestellt wurden. Die Arbeit Guérin's ist auch nicht frei von Irrthümern. So ist die Angabe, dass die viscinfrei gemachten Samen nicht keimfähig sind, wie ich zeigen werde, unrichtig. Gerade die viscinfrei gemachten Samen keimen sehr rasch und sicher.

Keimung Wasser zuzuführen, um sie während dieser Zeit vor Austrocknung zu bewahren.

Da die Früchte der tropischen Loranthaceen, wie wir gesehen haben, nur sehr arm an Viscin sind, die Samen derselben aber während der Keimung in Folge hoher Luftfeuchtigkeit dem Vertrocknen viel weniger ausgesetzt sind als die Früchte unserer Mistel und unseres *Loranthus*, so wird man diese Ansicht sehr plausibel finden.[1]

Doch hält diese Ansicht einer gründlichen Prüfung nicht Stand. Wenn man nämlich mit Schleim versehene Samen von *Viscum album* im geschlossenen Raume, wo also eine Verringerung des Schleimes durch Regen nicht zu besorgen ist, zum Keimen auslegt und unter gleichen Verhältnissen Samen dieser Pflanzen keimen lässt, welche man mit Vorsicht — ohne die Anlagen der Würzelchen zu beschädigen — von allem anheftenden Schleim befreite, so bemerkt man einen sehr auffallenden Unterschied: die schleimfrei gemachten Samen keimen rascher, entwickeln meist kräftigere Würzelchen und Haftscheiben als die noch mit Schleim versehenen.[2] Macht man den Versuch im Freien, wo der

---

[1] Dass die Samen unserer Leimmistel oft mit grossen Schleimmengen auf den Ästen der Wirthpflanze deponirt werden, kann wohl keinem Zweifel mehr unterliegen. Die ältere Ansicht, derzufolge nur die von den viscivoren Vögeln mit den Excrementen ausgeschiedenen Samen zu keimen befähigt wären, ist lange widerlegt. Unbestreitbar ist, dass die Verbreitung der Mistel, überhaupt der Loranthaceen, durch Vögel geschieht, und wird wohl auch für die tropischen Arten dieser Familie Geltung haben, wenn auch meines Wissens die Vögel nicht bekannt sind, welche in den Tropen diese Aufgabe erfüllen. Dass die Mistelsamen häufig von Vögeln mit dem Gewölle ausgeworfen werden, ist durch die Untersuchungen Naumann's (Naturgeschichte der Vögel Deutschlands II) erwiesen. Das Experiment lehrte, dass die Samen der Loranthaceen auch ohne jede Mitwirkung von Vögeln keimen, und auch diese Abhandlung liefert bezüglich der tropischen Arten hierfür Belege, weshalb nicht bezweifelt werden kann, dass diese Parasiten sich selbst auszusäen befähigt sind. In diesem Falle haftet die ganze Viscinmenge der Frucht dem Samen an.

[2] Nach Guérin sollen die ihres Schleims beraubten Samen der Mistel nicht mehr keimfähig sein. Dass diese Angabe nicht richtig ist, wurde schon oben gezeigt. Es scheint, dass die Art, wie Guérin den Schleim von den Samen entfernte, die Ursache war, weshalb seine schleimfrei gewordenen Samen

Schleim durch den Regen zum grössten Theile, soweit er nämlich nicht zur Anheftung der Samen dient, entfernt wird, so entwickeln sich die anfangs mit Schleim versehenen so gut wie jene, welche gleich anfangs vom Schleim befreit wurden.

In welcher Art der Schleim im obigen Versuche die Verzögerung des Keimes bewirkt, soll gleich untersucht werden; vorher möchte ich nur die Thatsache betonen und näher erklären, dass die ihres Schleimes beraubten Samen von *Viscum album* sich kräftig entwickeln, ohne dass es nöthig wäre, ihnen Wasser zuzuführen.

In der trockenen Atmosphäre des Experimentirraumes (während des Versuches betrug die relative Feuchtigkeit daselbst 39—82, im Durchschnitt 62%) kamen die Keimlinge zu kräftigster Entwicklung. Ich habe nie kräftiger aussehende Keimlinge von *Viscum album* gesehen, als die, welche aus den von Schleim befreiten Samen im Experimentirraume hervorgingen.

Ob die Samen von *Viscum album* hygroskopische Substanzen enthalten, welche durch Wasseraufnahme die Keimung ermöglichen, oder ob das anfangs in den Samen vorhandene Wasser zur Keimung ausreicht, soll auf Grund experimenteller Nachweise gleich erörtert werden, desgleichen, welche hygroskopischen Eigenschaften dem Schleime zukommen.

Um die Fähigkeit des Fruchtfleisches und der Samen von *Viscum album*, Wasserdampf aus der Luft aufzunehmen, beziehungsweise an dieselbe abzugeben, genauer kennen zu lernen, veranlasste ich einige Versuchsreihen, welche von Herrn Dr. Linsbauer mit Genauigkeit durchgeführt wurden. Zu den Versuchen dienten frische, völlig intacte Früchte. Die Versuche wurden im April und Mai durchgeführt.

Das Fruchtfleisch von 21 Beeren hatte ein Frischgewicht von 6·947 *g*. Dasselbe gab nach je 24 Stunden bei mittlerer Temperatur ab:

---

nicht mehr keimten. Er knetete nämlich die mit Schleim bedeckten Samen in einem Leinwandsäckchen solange unter Wasser, bis aller Schleim gelöst war. Bei dieser Procedur haben die Samen zweifellos eine Schädigung erfahren, wahrscheinlich wurden die Wurzelanlagen verletzt.

Am 1.	Tage	3·169 *g*	bei	70%	relativer	Luftfeuchtigkeit
» 2.	»	0·545 *g*	»	65%	»	»
» 3.	»	0·289 *g*	»	66%	»	»
» 4.	»	0·145 *g*	»	68%	»	»
» 5.	»	0·057 *g*	»	71%	»	»
» 6.	»	0·027 *g*	»	72%	»	»
» 7.	»	0·025 *g*	»	74%	»	»
» 8.	»	0·000 *g*	»	74%	»	»

Nunmehr hatte der Schleim bloss ein Gewicht von 2·690 *g*, und von da an wurde je nach der Luftfeuchtigkeit Wasser aufgenommen oder abgegeben. Diese Wassermengen betrugen nur wenige Milligramm. Nur als die Luftfeuchtigkeit auf 81% stieg, betrug die Aufnahme innerhalb 24 Stunden 0·012 *g*.

Es gibt also der frische Schleim rasch Wasserdampf an die Luft ab, und erst wenn er etwa zwei Drittel des Wassers verloren hat, ist er befähigt, bei hoher Luftfeuchtigkeit Wasser aus der Luft aufzunehmen. Diese Wassermengen sind aber selbst im günstigsten Falle nur geringe.

Es wurden ferner 95 vom Fruchtfleisch befreite Samen — richtiger gesagt Samen, welche noch vom Endocarp umgeben waren — auf ihre hygroskopischen Eigenschaften geprüft. Diese 95 Samen hatten ein Frischgewicht von 2·853 *g*. Sie gaben nach 24 Stunden ab (—), oder nahmen auf (+):

Am 1.	Tage	—1·57%	bei	59%	relativer	Luftfeuchtigkeit
» 2.	»	—0·63%	»	71%	»	»
» 3.	»	—0·55%	»	65%	»	»
» 4.	»	—0·88%	»	60%	»	»
» 5.	»	—0·47%	»	74%	»	»
» 6.	»	—1·98%	»	39%	»	»
» 7.	»	+0·17%	»	88%	»	»
					Endocarp stark klebrig, fast alle Samen treiben stark aus.	
» 8.	»	—0·79%	»	59%	relativer	Luftfeuchtigkeit.

Der Versuch wurde durch 26 Tage fortgesetzt. Das Frischgewicht betrug am Ende des Versuches 2·192. Die Hypocotyle

waren 6—10 *mm* lang geworden und sahen kräftig aus. Die Trockensubstanz betrug am Beginne des Versuches 1·218 *g*, am Schlusse 1·184 *g*.[1] Es hat also eine Abnahme an Trockensubstanz während der Keimung stattgefunden. Es gehen desshalb die Wasseraufnahmen, beziehungsweise Wasserabgaben nicht proportional der Luftfeuchtigkeit, und nur bei sehr geringer Luftfeuchtigkeit wird eine starke Abgabe und bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit eine deutliche Aufnahme von Wasser bemerklich. Dies lehren auch die Daten der späteren Tage. Die Wasseraufnahme stellte sich bei einer über 70% gelegenen relativen Luftfeuchtigkeit ein und schwankte zwischen 0·17 und 0·87%. Der höchste Werth wurde bei 88% relativer Luftfeuchtigkeit erreicht. Bringt man die durch Verathmung erzielten Trockensubstanzverluste in Anschlag, so wird man im äussersten Falle eine Wasserdampfaufnahme von etwa 0·5% in 24 Stunden annehmen dürfen.

Es ergibt sich aus diesen Versuchen, dass die Hygroskopicität der Samen nur eine geringe ist. Hingegen muss ein grosser Verdunstungsschutz der Samen angenommen werden, denn während der Keimung wird die Wassermenge des Samens nur wenig vermindert, soferne nicht liquides Wasser zutritt.

Tritt Wasser in Form von Regen oder Thau zu den Samen, so erhöht sich der Wassergehalt. So wurde beobachtet, dass ein vierstündiger Regen die Wassermenge von Samen, welche durch 18 Tage in der Luft (bei 52—74% relativer Luftfeuchtigkeit) keimten,[2] um circa 15% zunahmen. Aber schon nach drei- bis vierstündigem Liegen an der Luft (bei 64—67% relativer Luftfeuchtigkeit) war der ursprüngliche Wassergehalt wieder erreicht, und nun verhielten sich die Samen wieder wie die im obigen Versuche vorgeführten, d. h. sie nahmen bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit kleine Wassermengen auf und gaben bei sehr

---

[1] Indirecte Bestimmung mit einer gleichalterigen Samenprobe, welche im Beginne des Versuches gleich der oben genannten Samenprobe 42·7% Trockensubstanz enthielt.

[2] Frisch aus der Frucht gelöste Samen haben einen hohen Wassergehalt und nehmen, ins Wasser gebracht, wie weiter unten gezeigt werden wird, beträchtlich geringere Wassermengen auf.

niederer Luftfeuchtigkeit etwas Wasser ab, so dass im grossen Ganzen das Gesammtgewicht nur sehr langsam sank.

Es zeigt sich also, dass das liquide, in Form von Regen oder Thau dem Samen zugeführte Wasser nicht viel austrägt und baldigst wieder als Wasserdampf ganz oder doch zum grossen Theile abgegeben wird.

Ich bemerke noch, dass die Wasserabsorption vornehmlich durch die Samenschale (richtiger durch das Endocarp) erfolgt. Bei hoher Luftfeuchtigkeit wird dasselbe klebrig, und bei Einwirkung liquiden Wassers bildet es eine zähe Schleimschichte.

Aus allen diesen Beobachtungen ergibt sich, dass die Ansicht Guérin's, der Schleim diene während der Keimung als Wasserreservoir, nur mit grosser Einschränkung richtig ist, indem die Samen ohne Wasserzufuhr normal keimen. Diese Beobachtungen lehren, dass hygroskopisches Wasser nur in kleinen Quantitäten den Keimlingen zugeführt wird; man wird dadurch zu der durch die directe Beobachtung gestützten Ansicht geleitet, dass die Samen bei der Keimung mit dem zur Zeit der Samenreife vorhandenen Wasser das Auslangen treffen können. Dieses Wasser wird durch starken Transpirationsschutz von den Samen zurückgehalten.

Die oben mitgetheilte Beobachtung, dass die Samen von *Viscum album* ohne Zufügung von Wasser, selbst in einer relativ trockenen Atmosphäre kräftig auszukeimen befähigt sind, wobei die mit starken Haftscheiben versehenen hypocotylen Stengelglieder häufig eine Länge von 8 *mm* erreichen, erscheint auf den ersten Blick sehr auffällig und im Vergleiche zu dem hohen Wasserbedürfniss der gewöhnlichen, in Keimung begriffenen Samen fast paradox. Allein bei einiger Überlegung kommt man zu dem Resultate, dass sich die Sache nicht anders verhalten könne. Die in der Zeit der Keimung unserer Mistel (Ende März bis Anfangs Mai) herrschenden Regen spülen rasch den grössten Theil des Viscinschleims ab oder bewirken, dass bei dem durch den Regen erfolgenden Abrutschen der Samen ein grosser Theil des Schleims an der Rinde mehr

minder vom Samen entfernt haften bleibt. Infolge der Einwirkung trockener Luft bleibt am Samen eine kleine Menge einer überaus zähen und klebenden Masse zurück, mittelst welcher der Same an der Unterlage so stark haftet, dass er durch weiteren Regen nicht mehr abgespült werden kann. Schliesslich trocknet diese kleine Viscinmasse ein.

Während des grössten Theiles der Keimzeit liegt der Same, beziehungsweise der junge Keimling, trocken am Aste und ist in erster Linie auf sein eigenes Wasser angewiesen, da er, wie wir gesehen haben, nur wenig hygroskopisch ist. Regenwasser fliesst dem Samen in der Keimzeit nur in sehr spärlicher Menge zu.[1] Der vom Regen nach lange anwährenden Zeitintervallen benetzte Same verliert aber, wie wir gesehen haben, rasch das in liquider Form aufgenommene Wasser.

Im Vergleiche zu den im Boden keimenden Samen wäre der Mistelsame im Nachtheil, wenn er das gleiche Wasserbedürfniss wie jene besässe. Die im Boden keimenden Samen sind im reifen Zustande trocken, enthalten nur circa 10% Wasser, nehmen aber im Boden nicht selten bis 100, ja in extremen Fällen bis 400% Wasser auf. Dieses Wasser bleibt während der Keimung erhalten, da der Boden erstlich durch den Regen länger feucht erhalten wird als die Rinde der Bäume, auf welchen der Mistelsame keimt, und weil die oberen Bodenschichten auch von den tieferen mit Wasser versorgt werden.

Der Mistelsame bringt schon von der Frucht her die für ihn erforderliche Wassermenge mit, welche bereits im reifen Samen enthalten ist. Der frisch aus der Frucht herausgenommene

---

1 Wie gering die während der Keimzeit der Mistelsamen niederfallende Regenmenge sein könne, ergibt sich aus folgenden auf Wien bezugnehmenden Daten, welche ich der Güte des Herrn Hofrathes J. Hann verdanke.

Im Jahre 1893 betrug die gesammte Regenmenge, welche im April niederfiel, bloss 1·5 *mm*. Die Summe der factischen Regenzeit betrug bloss 1·8 Stunden. Es kam also etwa auf 400 regenlose Stunden nur eine Regenstunde. Im April 1893 fiel die genannte Regenmenge — natürlich mit Unterbrechung — nur innerhalb 6 Stunden (Häufigkeitszahl).

Im Jahre 1892 regnete es im April 43·4 *mm* in 41 Stunden (Häufigkeitszahl 66 Stunden), im Jahre 1894 64·3 *mm* in 42·7 Stunden (Häufigkeitszahl 57 Stunden).

Same hat — soweit meine im Mai d. J. angestellten Beobachtungen reichen — im äussersten Falle einen Wassergehalt von circa 60%. Während der Keimung kann sich dieser Wassergehalt nur vorübergehend steigern, aber auch nicht in beträchtlichem Grade, da seine Gewebe in der Fruchtlage mit Wasser nahezu gesättigt sind. Die — im Monate Mai — frisch aus der intacten Frucht herausgenommenen Samen nahmen, unter Wasser getaucht, nur etwa 6—9% Wasser auf, welches in trockener Luft nach wenigen Stunden wieder in Dampfform abgegeben wurde.

Während also bei der Keimung der gewöhnlichen Samen von diesen grosse Mengen von Wasser aufgenommen werden, bemerken wir — von kleinen vorübergehenden Schwankungen abgesehen — bei der Keimung der Mistelsamen, vom Momente des Ausstreuens angefangen, eine stetige Abnahme der Wassermenge.

Mit welcher Kraft dieses für die Keimung der Mistelsamen unentbehrliche Wasser von den Geweben derselben zurückgehalten wird, mag aus der Thatsache zu entnehmen sein, dass ein schwaches Keimen selbst noch eintritt, wenn die Samen im Exsiccator sich befinden.

Die Samen der von mir untersuchten tropischen *Viscum*-Arten verhielten sich ganz anders als die Samen von *Viscum album*. Während diese, wie wir gesehen haben, selbst in ziemlich trockener Atmosphäre ohne Hinzutritt von liquidem Wasser keimen, trocknen oder schrumpfen jene selbst in der relativ feuchteren Luft der heiss-feuchten Tropengebiete einfach ein, ohne zu keimen, oder zeigen hin und wieder nur einen schwachen Keimanfang. Es ist eben ein normales Keimen der tropischen *Viscum*-Samen ohne Zufuhr von liquidem Wasser nicht zu erzielen. Es fehlt aber diesen Samen unter natürlichen Verhältnissen während der Keimung nicht an liquidem Wasser, da in den genannten Tropengebieten fast das ganze Jahr hindurch Tag für Tag starke Regen niedergehen, oder eine langwährende Regenzeit herrscht, in welcher die Keimung vor sich geht.

Wir sehen also, dass sowohl die Keimungsbedingungen unserer Mistel, als die der tropischen *Viscum*-Arten den

jeweiligen klimatischen Verhältnissen auf das Genaueste angepasst sind.

Die tropischen *Viscum*-Samen unterscheiden sich also von den unseren u. A. dadurch, dass die ersteren einen ausgiebigen Transpirationsschutz besitzen, welcher den letzteren abgeht. Dadurch sind die ersteren befähigt, die für sie so nothwendige im Samen enthaltene Wassermenge zu erhalten. Eines solchen Schutzes sind aber die tropischen Samen nicht bedürftig.

Was nun die biologische Verwerthung der oben angeführten Thatsache betrifft, dass die schleimfrei gemachten Samen besser als die mit Schleim versehenen keimen, so wird man wohl zunächst auf den Gedanken geführt, dass der Schleim oder eine in demselben auftretende Substanz eine Hemmung der Keimung bewirke.

Eine solche die Keimung hemmende Substanz erscheint gerade für Samen, welche, ohne von einer harten Schale oder von einer für Wasser undurchgängigen Hülle umkleidet zu sein, in einem wasserreichen Fruchtfleisch liegen, nothwendig. Denn solche Samen sind, wie wir gesehen haben, zur Zeit der Reife so wasserreich, dass ihrer Keimung nichts in den Weg steht. Denn ist der Same keimfähig, besitzt er die nöthigen Wassermengen, so benöthigt er nur die Keimungstemperatur und Sauerstoff, um keimen zu können. Speciell die Mistelsamen bedürfen ausserdem noch des Lichtes. Da aber diese Bedingungen schon im Herbste vorhanden sind, so müsste die Keimung schon in der Fruchtlage zur Herbstzeit eintreten. Dass dies nicht der Fall ist, erkläre ich mir durch Annahme eines Hemmungsstoffes,[1] einer Substanz, welche den Keimungsprocess aufhält.

---

[1] Es ist in neuerer Zeit mehrfach, besonders von O. Löw und Zopf auf von Organismen erzeugte Stoffe hingewiesen worden, welche das Wachsthum oder eine andere Lebensthätigkeit desselben herabzusetzen oder gar zu sistiren im Stande sind. F. Reinitzer (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., XI, S. 531, ff.) hat die wichtigsten der einschlägigen Beobachtungen gesammelt und versuchte die Ansicht zu begründen, dass derartige von ihm als »Ermüdungsstoffe« bezeichneten Substanzen im Organismus häufiger vorkommen dürften, als bis jetzt angenommen wurde.

Ist diese Ansicht richtig, so müsste in der als Ruhezeit angenommenen Periode ein vom Viscin völlig befreiter Same unter sonst günstigen Bedingungen zum Keimen zu bringen sein, entweder sofort oder, was wahrscheinlicher ist, mit einer gewissen Verzögerung, falls nämlich der Keimvorgang noch auf anderen Ursachen beruhen sollte, worüber ich mich weiter unten aussprechen werde.

Als ich mir die eben ausgesprochene Ansicht bildete, war die Keimfähigkeit der Samen bereits eingetreten; es war also zu spät, die Richtigkeit meiner Ansicht durch den Versuch zu prüfen. Ich konnte mir nur die Frage vorlegen, wie sich der Viscinschleim anderen Samen gegenüber verhält.

Zu diesem Behufe habe ich Samen rasch keimender Gewächse, und zwar von *Lepidium sativum*, *Linum usitatissimum* und *Trifolium pratense* auf das Fruchtfleisch geöffneter Beeren von *Viscum album* gestreut, diese auf feuchtgemachtes Fliesspapier gelegt und in den feuchten Raum gebracht. Parallel damit wurden die Samen der genannten Gewächse auf feuchtem Fliesspapier zur Keimung gebracht und in beiden Fällen für möglichst gleiche Keimungsbedingungen Sorge getragen.

Die auf den Schleim gestreuten Samen keimten nicht, während die auf bloss feuchter Unterlage ausgestreuten Samen der Kresse nach einem, die des Leins nach zwei und die Kleesamen nach drei Tagen keimten.

Die auf Schleim gestreuten Samen schienen etwas weniger gequollen, als die auf feuchtem Papier gesäeten Samen. Um mich zu überzeugen, dass die schwächere Quellung der ersteren nicht die Ursache ihres Nichtkeimens sei, wurden die Samen der genannten Gewächse vor dem Ausstreuen auf den Viscinschleim zuerst im Wasser zum Aufquellen gebracht. Aber auch in diesem Falle trat keine oder eine sehr verspätete und dann nur sehr schwache Keimung ein.

Wurden die einige Tage mit dem Viscinschleim in Berühung gestandenen ungekeimten Samen mit Wasser abgespühlt und hierauf regelrecht zur Keimung ausgelegt, so erfolgte, mit einer mehr oder minder langanwährenden Verzögerung, die Keimung.

Diese Versuche wurden mehrmals mit gleichem Erfolge wiederholt. Es ist zum Gelingen dieser Versuche nöthig, dafür

Sorge zu tragen, dass dem Viscinschleim nicht zu viel Wasser zugefügt wird, weil sonst alsbald unter sichtlicher Zersetzung des Viscinschleims starke Schimmelbildung und Verwesung der Samen eintritt.

Es kann nach diesen Versuchen keinem Zweifel unterliegen, dass in dem Fruchtfleisch von *Viscum album* ein Stoff oder vielleicht auch mehrere Stoffe vorhanden sind, welche die Keimung der genannten Samen aufhalten. Da nun auch die Mistelsamen in dem Viscinschleim, selbst wenn für ungehemmten Zutritt der Luft zu den Samen Sorge getragen ist, eine starke Verzögerung der Keimung erfahren und trotz des hohen Keimprocentes zahlreiche Samen selbst bei langem Anwähren des Versuches gar nicht keimen, so ist es im hohen Grade wahrscheinlich, dass in der substantiellen Beschaffenheit des Viscinschleimes eine der Ursachen des normalen Keimverzuges der Mistelsamen zu suchen ist.

Ich behalte mir vor, diese Verhältnisse zur Zeit der Ruhe der Mistelsamen einem eingehenden Studium zu unterziehen.

Indem ich also der Ansicht bin, dass der Keimverzug der Mistelsamen auf dem Zusammenwirken mehrerer Ursachen beruht, will ich zunächst zu prüfen versuchen, in wie weit die natürlichen Beleuchtungsverhältnisse als Ursachen bei dem Zustandekommen der Ruheperiode der Samen von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* sich bestätigen mögen.

Es scheint mir kein zufälliges Zusammentreffen zu sein, dass die Abhängigkeit der Keimung bei *Viscum* und *Loranthus* vom Lichte eine desto ausgeprägtere ist, je ausgesprochener die Ruheperiode ist und je grösser der Unterschied der täglichen Lichtintensität im Verlaufe des Jahres in jenen Vegetationsgebieten ist, wo die Loranthaceen, deren Samen eine lange Ruheperiode durchmachen, vorkommen. Die Samen von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* keimen in einer Zeit, in welcher die Lichtintensität eine hohe und lang andauernde ist und ruhen im Winter, wenn die Tage kurz sind und die maximale Lichtintensität sich nicht hoch erhebt. Die Keimung der tropischen Loranthaceen geht das ganze Jahr über vor sich, und das ganze Jahr herrscht Tag um Tag eine beträchtliche, im Laufe des Jahres nur wenig differirende maximale Lichtintensität. Es ist

nun allerdings, wie der oben mitgetheilte in den Tropen mit *Viscum album* vorgenommene Keimungsversuch lehrt, nicht möglich, die Ruheperiode durch entsprechende Tagesbeleuchtung einfach aufzuheben. Allein, wenn der Mangel an starkem Tageslichte nicht die einzige Ursache des Keimverzuges ist, sondern bloss eines der hiebei mitwirkenden Momente bildet, so erscheint es von vornherein nicht unberechtigt, eine Abkürzung dieses Keimverzuges zu erwarten, wenn starkes Licht den Samen frühzeitig und im Vereine mit den übrigen Keimungsbedingungen geboten wird. Die auf diese Frage abzielenden Versuche waren allerdings geplant, konnten aber nicht ausgeführt werden, da die im Jänner und Februar von Wien nach Buitenzorg gesendeten Mistelfrüchte in faulem Zustande dort ankamen. Aber selbst wenn eine Abkürzung des Keimverzuges durch frühzeitig einwirkendes starkes Licht nicht stattfinden sollte, so könnte noch nicht geschlossen werden, dass der Mangel an starkem Licht bei dem Zustandekommen der Ruheperiode des Mistelsamens nicht betheiligt sei. Denn die Ruheperiode der Samen von *Viscum album* ist zweifellos eine phylogenetisch zustande gekommene Anpassungserscheinung, welche nicht durch einfache Änderung der Vegetationsbedingungen in der ontogenetischen Entwicklung aufgehoben werden muss.

Die Beziehungen des Lichtes zur Keimung der Samen der verschiedenen Vegetationsgebieten angehörige Loranthaceen erscheinen nach den von mir angestellten oben mitgetheilten Beobachtungen in verschiedener Weise abgestuft. In jedem der beobachteten Fälle wirkt das Licht bei der Keimung begünstigend und nur in den extremsten Fällen *(Viscum album* und *Loranthus europaeus)* wird es zu einem unabweislichen Bedürfniss.

Die Ursache dieses günstigen Einflusses des Lichtes, welcher sich bis zu einem Erforderniss der Keimung in einzelnen Fällen steigern kann, dürfte wohl in der Thatsache zu finden sein, dass die Keimung der parasitischen Loranthaceen im Lichte erfolgen muss, da dieselben stets oberirdische Schmarotzer sind, deren Samen stets oberflächlich auf den Rinden der Wirthpflanze abgelagert werden.

Offenbar haben sich die parasitischen Loranthaceen diesen während der Keimung herrschenden Verhältnissen angepasst,

wie man denn überhaupt sehen kann, dass die Samen jener Pflanzen, welche unter dem Einflusse des Lichtes zu keimen gezwungen sind, im Lichte besser keimen als im Dunkeln.

In früherer Zeit hat man auf dieses Verhältniss nicht geachtet. Da man oft beobachtete, dass Samen im Finstern besser als im Lichte keimen, so bildete man sich die Meinung, dass das Licht kein Erforderniss der Keimung bilde[1] und nur störend auf diesen Process einwirke. Dieser Auffassung begegnet man selbst noch in neueren Werken. In neuerer Zeit häufen sich aber die Beobachtungen über die Begünstigung des Lichtes bei der Keimung der Samen.

So hat Moe,[2] der sich um die Cultur der Alpenpflanzen grosse Verdienste erwarb, gefunden, dass die Samen der Ericineen und Vaccineen am besten keimen, wenn sie unbedeckt auf Torferde ausgesetzt sind. Nach mündlichen Mittheilungen, welche ich Herrn Hofrath v. Kerner verdanke, keimen die Samen mancher Alpenpflanzen im Lichte besser als im Dunkeln. Sehr auffallend ist der Unterschied nach Herrn v. Kerner's Beobachtungen bei im Lichte und im Dunkeln ausgesäeten Samen von *Draba aizoides*. Für eine grössere Zahl von Pflanzen, namentlich kleinfrüchtiger Gräser, wurde durch sehr genaue, im Wiener pflanzenphysiologischen Institute von A. Cieslar[3] durchgeführte Versuche gezeigt, dass dieselben im Lichte nicht nur rascher keimen, sondern auch ein grösseres Keimprocent aufweisen als die unter gleichen Verhältnissen im Finstern ausgesäeten Samen derselben Arten. Ich habe zuerst auf die interessante, später auf meine Anregung von K. Richter[4] im Einzelnen näher verfolgte Thatsache hingewiesen, dass sich aus oberflächlich liegenden Samen hervorgegangene Keim-

---

[1] Siehe z. B. Rochleder, Chemie und Physiologie der Pflanzen. Heidelberg 1858, S. 150.

[2] In der bekannten Schrift A. Kerner's (Die Cultur der Alpenpflanzen, Innsbruck 1864), S. 66 und 137 citirt.

[3] Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf die Keimung der Samen. Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, Bd. VI, S. 270, ff.

[4] Über den Einfluss der Beleuchtung auf das Eindringen der Keimwurzeln in den Boden. Diese Berichte. Bd. 80, (1879).

linge mehrerer Gewächse (*Trifolium pratense*, *Triticum vulgare* u. a.) im Lichte rascher als unter sonst gleichen Verhältnissen im Finstern einwurzeln. Regel[1] findet, dass die Samen von Ericineen, Gesneriaceen, Petunien, von Weiden und Pappeln im Lichte besser als bei Lichtabschluss keimen.

Wo immer also das Licht gewohnheitsmässig von dem Keimling aufgenommen wird, erscheint dasselbe zu einer zweckmässigen Arbeitsleistung herangezogen, es wird zu einer natürlichen Bedingung des Keimens. Es kann desshalb nicht befremden, wenn wir bei der Keimung der parasitischen Loranthaceen, welche immer im Lichte erfolgt, eine Begünstigung infolge des Lichtes wahrnehmen. Diese Begünstigung ist in verschiedenem Grade ausgebildet. Bei den tropischen Arten, bei welchen das ganze Jahr hindurch die gleichen Beleuchtungsverhältnisse herrschen, führt die künstlich eingeleitete Verdunkelung zu einer Verspätung der Keimung und zu einer Herabsetzung des Keimprocentes, bei unseren Loranthaceen tritt der Beginn der Keimung nur im Lichte ein und wird durch Keimverzug der Beginn der Keimung so weit hinausgeschoben, bis die Intensität des Tageslichtes eine beträchtliche Höhe erreicht hat. Dass sich in späteren Keimepochen die Würzelchen von *Viscum album* immer mehr vom Lichte emancipiren und schliesslich sogar im Dunkeln weiterwachsen, wird später gezeigt werden.

Der späte Keimbeginn mancher tropischer Loranthaceen (z. B. von *Loranthus pentandrus*) beruht auf einer langsamen Aufschliessung der Reservestoffe. Wenn nun schon bei tropischen Loranthaceen eine so langsame Aufschliessung der im Samen vorhandenen Reservestoffe vorkommt, so darf es nicht befremden, wenn wir eine solche auch bei der Keimung unserer Loranthaceen finden.

So weit meine Einsicht in die Verhältnisse reicht, scheint die bisher unerklärt gebliebene Ruheperiode der Samen unserer Loranthaceen auf folgenden Momenten zu beruhen: 1. Auf dem Auftreten von Hemmungsstoffen in dem die Samen umgebenden Fruchtfleisch, 2. auf phylogenetisch sich bethätigenden Ein-

[1] Gartenflora, 1882, März,

flüssen des Lichtes auf den Keimprocess, und 3. auf langsamer Aufschliessung der Reservestoffe.

Ob nicht noch andere Momente wirksam sind, um den Keimvorgang unserer beiden Loranthaceen im Vereine mit den angeführten zu begründen, soll nicht in Abrede gestellt werden.

Die biologische Bedeutung der langen, über den ganzen Winter sich erstreckenden Samenruhe von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* wird vollkommen verständlich, wenn man erwägt, dass eine zur Weiterentwicklung dieser Parasiten führende Keimung nur an den Ästen und Zweigen der Wirthbäume erfolgen kann. Wenn zur Zeit der Fruchtreife, also im Herbste, die Samen zur Entwicklung kämen, so würden die jungen Würzelchen der Keimlinge wohl kaum die Winterkälte unbeschadet ihrer Weiterentwicklung zu ertragen im Stande sein. Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse von Keimlingen, welche im Boden sich bewurzeln, oder, so wie beispielsweise unsere Wintergetreidearten, sich im Boden bestocken. Wenn die oberirdischen Organe solcher im Herbste zur ersten Entwicklung gekommenen Pflanzen infolge des Winterfrostes zu Grunde gegangen sein sollten, so hat doch die Bodenwärme die Entwicklungsfähigkeit der unterirdischen Organe erhalten.

Bezüglich der Ruheperiode repräsentiren einerseits *Viscum album* und *Loranthus europaeus*, andererseits *Viscum orientale*, *V. articulatum* und *Loranthus repandus* Extreme, da die Samen der beiden ersteren eine lange andauernde, scharf ausgeprägte Ruheperiode, die Samen der drei letztgenannten aber gar keine Ruheperiode aufweisen. *Loranthus pentandrus* bietet, wie es scheint, in seinem Samen einen Fall dar, in welchem wegen des späten Eintrittes der Keimung gewissermassen eine Ruheperiode der Anlage nach vorhanden ist. Ich halte dafür, dass die Samen dieser Pflanze die Fähigkeit haben, unter bestimmten äusseren Verhältnissen eine lange anwährende Ruheperiode einzugehen. Übrigens muss dieser Fall nicht in der angegebenen Weise erklärt werden, denn es ist ja zweifellos, dass selbst im feuchtwarmen Tropengebiete Gewächse vorkommen, welche eine Ruheperiode durchmachen. Dabei bleibt

es aber zweifelhaft, ob dieses Verhalten stets auf eine Heimat schliessen lässt, in welcher die Ruheperiode wegen klimatischer Verhältnisse absolut nöthig ist und die unter veränderten Vegetationsbedingungen noch durch Erblichkeit festgehalten werden, oder ob nicht auch in den Tropen manche Gewächse zu normaler Entwicklung einer Ruheperiode bedürfen.

Wie dem auch sei, so wird man annehmen dürfen, dass die Samen der parasitischen Loranthaceen der Anlage nach eine Ruheperiode besitzen, welche je nach den äusseren Verhältnissen verlängert, verkürzt oder aufgehoben wird. Durch diese Annahme werden die angeführten Specialfälle verständlich.

Nach den zahlreichen Beobachtungen zu schliessen, welche ich über die im Dunkeln oder in schwachem Lichte erfolgende Aufrichtung der Hypocotyle von *Viscum articulatum* und *V. orientale* anstellte, kann es wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass die sogenannten Würzelchen dieser Keimlinge negativ geotropisch sind. Es lag nun nahe, dies noch weiter experimentell zu erhärten, und ich nahm mir vor, sowohl auf dem Knight'schen Rotationsapparat, als am Klinostaten diesbezügliche Versuche anzustellen. Zu dem Zwecke nahm ich Früchte und Samen beider *Viscum*-Arten aus Buitenzorg nach Wien mit, die aber leider nicht im intacten Zustande hier ankamen, so dass die geplanten Versuche unterbleiben mussten.

Die Tendenz der Keimlingswürzelchen dieser beiden tropischen *Viscum*-Arten im Finstern oder in einem Lichte, welches unzureichend ist, um negativen Heliotropismus hervorzurufen, sich negativ geotropisch aufzurichten, steht wohl nicht mehr in Frage.

Es sei hier auf Grund einiger Versuche erläutert, welcher Nutzen den Keimlingen dieser *Viscum*-Arten aus der Wachsthumsweise der Würzelchen erwächst.

In der Nähe des Buitenzorger botanischen Laboratoriums stand ein baumartiges Exemplar einer *Cassia*-Art, an dessen unteren, am Grunde nahezu horizontal gelegenen Ästen ich Samen der beiden genannten *Viscum*-Arten keimen liess. Die Samen wurden an den Oberseiten und an den Flanken der

Äste vermittelst des eigenen Viscinschleimes befestigt. Durch den Regen wurden die Samen fast durchgängig auf tiefere Stellen der Rinde befördert und viele gelangten so geradezu auf die Unterseite der Äste.[1] Diese auf die Unterseite der Äste gerathenen Samen befestigen sich während der Keimung durch Anlegen der Würzelchen an die Rinde ebenso auf dem Substrate, wie die seitlichen. Es ist aber das auf sie auffallende Licht zu schwach, um negativen Heliotropismus hervorzurufen. Die Emporkrümmung der Würzelchen, welche die Befestigung der an der Unterseite der Äste situirten Keimlinge ermöglicht, erfolgt hier zweifellos durch negativen Geotropismus.

Die Beobachtungen über den an tropischen *Viscum*-Arten auftretenden negativen Geotropismus der Keimlingswürzelchen haben mich veranlasst, auch die keimenden Samen von *V. album* nach dieser Richtung zu prüfen. Denn auch unserer Mistel müsste der negative Geotropismus der Würzelchen für den Fall Vortheil gewähren, als die Samen auf die Unterseite der Äste gelangen. Dass die auf die Unterseite der Äste hinabgleitenden Samen daselbst zur Entwicklung kommen, geht aus der Thatsache hervor, dass manche Büsche der Mistel an den Unterseiten der Äste festgewurzelt sind.

Mit jener Schärfe, mit welcher der negative Geotropismus des Würzelchens der tropischen *Viscum*-Arten hervortritt, stellt sich diese Wachsthumsbewegung bei den Samen von *V. album* nicht ein. Man bemerkt allerdings nicht selten, besonders an älteren Keimlingen unserer Mistel, wenn die Würzelchen sich nach allen Richtungen frei bewegen können (z. B. wenn die Samen auf Nadeln aufgestellt keimen), die Tendenz zur Emporkrümmung, selbst wenn das stärkste Licht in der Richtung der Horizontalen oder von oben einfällt. Durch directe Beobachtung der natürlichen Wachsthumsrichtungen des Würzelchens lässt sich indess in dieser Frage keine Klarheit gewinnen, vielmehr muss zu diesem Behufe zur experimentellen Prüfung der Wachsthumsrichtung geschritten werden.

---

[1] Ähnliches hat auch Guérin (l. c. §. 1) bezüglich der Samen von *Viscum album* beobachtet. Er bemerkte, dass ein einige Stunden anwährender Regen genügt, um die auf die Oberseite der Baumäste deponirten Samen der Mistel an die Flanken oder die Unterseite zu leiten.

Aber gerade bei *Viscum album* stösst das Experiment auf Schwierigkeiten, weil die Samen dieses Schmarotzers nur im Lichte keimen, mithin der Ausschluss der heliotropischen Bewegungen des Würzelchens nicht einfach, wie bei *V. articulatum* und *V. orientale*, durch Verdunkelung vorgenommen werden kann. Es muss also der Versuch im Lichte durchgeführt werden. Da aber das zum Keimen der Samen von *V. album* erforderliche Licht die negativ heliotropische Bewegung der Würzelchen hervorruft, so ist es nothwendig, das auf die Keimlinge einfallende Licht so zu reguliren, dass die Würzelchen einer allseits gleich starken Beleuchtung ausgesetzt sind. Bei den mit Samen tropischer *Viscum*-Arten auszuführenden Versuchen wäre diese Rücksichtnahme auf das Licht nicht nöthig gewesen; die Rotation der Keimlinge im Finstern hätte schon genügt, um den negativ geotropischen Charakter darzulegen.

Da die Versuche längere Zeit in Anspruch nahmen, habe ich auf die Anwendung des Knight'schen Experimentes verzichtet und bloss mit dem Klinostaten experimentirt. Ich wählte zu den Versuchen meinen einfachen Klinostaten (Schiffsuhr-Klinostaten), den ich schon vor Jahren beschrieben habe. Die Rotationsaxe war während des Versuches vertical. Auf der (horizontalen) Drehscheibe befanden sich über einem Spiegel die Samen von *Viscum album*, auf Nadeln aufgesteckt. Da das vom Spiegel reflectirte Licht in seiner chemischen Lichtstärke nahezu mit dem von oben einfallenden übereinstimmte, und infolge der Rotation die einseitige Wirkung des Vorderlichtes ausgeschlossen war, so konnte angenommen werden, dass in diesen Rotationsversuchen infolge Ausschlusses der einseitigen Beleuchtung der negative Heliotropismus der Würzelchen ausgeschlossen war. So lange die Würzelchen nur eine Länge von wenigen Millimetern hatten, war eine Emporkrümmung der Würzelchen nicht wahrnehmbar oder es erschien als etwas rein Zufälliges, denn es krümmten sich dieselben, offenbar in Folge spontaner Nutationen, nach den verschiedensten Seiten. Es krümmten sich die Würzelchen sowohl nach aussen, als nach innen, nach oben und nach unten; ja selbst an einem und demselben Samen, welcher, wie dies ja die Regel bildet, zwei Embryonen besass, kam es nicht selten vor, dass eines

der Würzelchen sich nach oben, das andere nach unten, oder das eine nach aussen, das andere nach innen, oder eines nach oben, das andere nach aussen etc. krümmte. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass die jungen, noch stark heliotropischen Würzelchen von *Viscum album* bei Ausschluss der einseitigen Wirkung des Lichtes spontane Nutationen nach den verschiedensten Richtungen ausführen, und dass die unter normalen Verhältnissen einseitig beleuchteten Würzelchen desshalb nur negativ heliotropisch gekrümmt sind, weil die Kraft der negativ heliotropischen Bewegungen der Würzelchen die genannten spontanen Nutationen bis zur Unkenntlichkeit überwindet.

Wenn aber die Würzelchen nach wochenlang andauernder Entwicklung die beträchtliche Höhe von 5—10 *mm* angenommen haben, dann lässt sich an denselben auf dem Klinostaten negativer Geotropismus constatiren. Es krümmen sich aber nicht alle, sondern nur viele Würzelchen empor, zum Zeichen, dass dem negativen Geotropismus selbst in diesem Entwicklungsstadium noch spontane Nutationen entgegenwirken. In diesem Entwicklungsstadium sind die Würzelchen in ihrer Weiterentwicklung vom Lichte unabhängig geworden.

Ich habe schon bei früherer Gelegenheit die merkwürdige Thatsache bekannt gegeben,[1] dass zur ersten Entwicklung der Würzelchen von *Viscum album* eine grössere Lichtintensität erforderlich ist als in späteren Epochen. In der Zeit, in welcher die negativ geotropische Krümmung der Würzelchen sich einstellte, emancipirt sich die Weiterentwicklung der Mistelkeimlinge immer mehr und mehr vom Lichte und wird endlich von diesem Einflusse ganz unabhängig. Auch Guérin[2] hat beobachtet, dass ältere Würzelchen von *Viscum album* (von Keimlingen, welche durch 40 Tage im Lichte sich befanden) noch im Dunkeln weiter wachsen und dann die Tendenz haben, sich aufzurichten. Diese Aufwärtsbewegung ist, was Guérin nicht

[1] Photometrische Untersuchungen, l. c. S. 325.

[2] L. c. §. 2.

angab, was aber aus meinen Versuchen hervorgeht, nichts anderes als negativer Geotropismus. In diesem Zustande kann auch ein Etiolement der Würzelchen sich einstellen, welches sich durch gelbliche Färbung der Würzelchen zu erkennen gibt.

Ich fasse die anfänglich negativ heliotropische, die später sich einstellende negativ geotropische Krümmung der Würzelchen von *Viscum album* und die Beziehung der Keimung der *Viscum*-Samen zum Lichte folgendermassen auf. Anfänglich besteht das sogenannte Würzelchen der Samen von *Viscum* nur oder vorwiegend nur aus negativ heliotropischen Elementen. In diesem Entwicklungsstadium ist das Wachsthum der Würzelchen vom Lichte abhängig. Mit der Weiterentwicklung werden aber auch Elemente gebildet, welche negativ geotropisch sind, die lichtbedürftigen negativ heliotropischen Elemente treten in den Hintergrund, und da die negativ geotropischen Elemente des Lichtes nicht bedürfen, so emancipirt sich das weiterwachsende Würzelchen immer mehr und mehr vom Lichte und ist endlich befähigt, auch unabhängig vom Lichte sich weiter zu entwickeln.

Da aber allen unseren Erfahrungen zufolge die negativ geotropischen Elemente gleichzeitig auch positiv heliotropisch sind, mithin im Dunkeln begünstigt wachsen, so erklärt sich auch die Erscheinung des Etiolements, welche bei *Viscum orientale* sehr deutlich hervortritt und auch bei anderen *Viscum*-Arten angedeutet ist.

Mit der hier entwickelten Auffassung stehen die beobachteten Richtungsverhältnisse der Würzelchen der tropischen *Viscum*-Arten und deren Verhalten bei der Keimung im Lichte und im Finstern im Einklange. Es werden in den Würzelchen frühzeitig negativ geotropische Elemente neben den negativ heliotropischen gebildet und desshalb erscheinen sie schwächer negativ heliotropisch und früher und stärker negativ geotropisch als die Würzelchen von *Viscum album*, und desshalb sind sie befähigt, auch im Dunkeln sich zu entwickeln und im Lichte rascher als im Dunkeln sich auszubilden.

Zum Schlusse seien die wichtigeren Resultate dieser Untersuchung in folgenden Sätzen zusammengefasst:

1. Gleich den Samen von *Viscum album* keimen auch die Samen von *Loranthus europaeus* nur im Lichte.

2. Gleich den Samen von *Viscum album* machen auch die Samen von *Loranthus europaeus* eine bis in den Frühling hineinreichende Ruheperiode durch.

3. Die Samen von *Viscum album* waren in der Ruheperiode (und zwar in der Zeit von November bis Januar) selbst unter den günstigen Beleuchtungsverhältnissen Buitenzorg's nicht zum Keimen zu bringen. Der Mangel an hinreichender Lichtintensität kann desshalb nicht die Ursache, oder nicht die einzige Ursache sein, wesshalb die Samen dieses Schmarotzers im Winter nach der Fruchtreife — sonst günstige Keimungsbedingungen vorausgesetzt — nicht zum Keimen zu bringen sind.

4. Die Samen der tropischen Loranthaceen *(Viscum articulatum* und *orientale*, *Loranthus repandus* und *pentandrus)* keimen sowohl im Lichte als im Dunkeln, aber im Lichte rascher und mit höherem Keimprocent.

5. Die Samen der drei erstgenannten tropischen Loranthaceen keimen nach wenigen Tagen, es kommt ihnen somit keine Ruheperiode zu. *Loranthus pentandrus* keimt hingegen infolge schwieriger Aufschliessung der Reservestoffe erst nach einigen Wochen.

6. Die europäischen Loranthaceen-Früchte (Scheinfrüchte) sind weitaus viscinreicher als die tropischen, parasitisch lebenden. Die tropischen, nicht parasitisch auf Bäumen lebenden Loranthaceen (z. B. *Gaiadendron*) sind viscinfrei.

7. Der Viscinschleim dient, wenn er in kleiner Menge vorhanden ist, zur Anheftung der Samen auf der Rinde der Wirthbäume. Wenn er in grosser Menge vorhanden ist, dient er nicht nur zur Anheftung der Samen; schon in der Fruchtlage scheint er durch in demselben vorhandene Hemmungsstoffe die Keimung der daselbst im gequollenen Zustande vorhandenen Samen hintanzuhalten. Die Samen von *Viscum album* keimen deshalb am besten, wenn sie vom Viscinschleim befreit sind.

8. Die Samen von *Viscum album* sind wenig hygroskopisch, nehmen nur wenig liquides Wasser auf und geben dasselbe rasch wieder ab, sie sind also bei der Keimung vor allem auf jene Wassermenge angewiesen, welche im reifen Samen ent-

halten ist. Sie keimen desshalb in trockener Luft und sind gegen die Verdunstung derartig geschützt, dass ein schwaches Keimen dieser Samen selbst im Exsiccator zu erzielen ist.

9. Die Samen tropischer Loranthaceen keimen selbst in sehr feuchter Luft nicht oder nur sehr unvollständig; zur normalen Keimung derselben ist liquides Wasser erforderlich.

10. Da die Mistelsamen bei uns in einer trockenen Periode keimen, in welcher im extremen Falle auf 400 regenlose Stunden nur eine Regenstunde kommt, hingegen die tropischen Loranthaceensamen während der Keimung reichlich dem Regen ausgesetzt sind, so erhellt, dass sowohl die ersteren als die letzteren den klimatischen Verhältnissen vollkommen angepasst sind.

11. Gleich dem Würzelchen (hypocotylem Stengelglied) von *Viscum album* sind auch die Würzelchen von *V. articulatum* und *orientale* negativ heliotropisch, aber in schwächerem Grade als die ersteren.

12. In späten Entwicklungsstadien sind die Würzelchen der *Viscum*-Arten negativ geotropisch, aber in verschiedenem Grade, die der tropischen stärker als die von *V. album.* Der negative Geotropismus kommt unter Umständen der Anheftung der Würzelchen ebenso zugute wie der negative Heliotropismus.

13. Mit dem Eintritt des negativen Geotropismus der Würzelchen von *Viscum album* wachsen dieselben auch im Dunkeln.

14. Durch das Experiment (z. B. durch allseits gleichmässige Beleuchtung der Keimlinge) lässt sich zeigen, dass die Würzelchen von *Viscum album* auch spontane Nutationen durchmachen, welche unter Umständen (z. B. bei schwacher Beleuchtung) dazu führen, die Würzelchen mit dem Substrat in Berührung zu bringen.

15. Der bisher unaufgeklärte langanwährende Keimverzug (Ruheperiode) der Samen von *Viscum album* scheint hauptsächlich auf folgenden drei Ursachen zu beruhen: *a)* auf langsamer Aufschliessung der Reservestoffe, *b)* auf phylogenetisch sich bethätigenden Einflüssen des Lichtes auf den Keimprocess und *c)* auf dem Auftreten von die Keimung aufhaltenden Substanzen (Hemmungsstoffen) in dem die Samen umgebenden Viscinschleim.

16. Die specifischen Einrichtungen der Loranthaceensamen, beziehungsweise Früchte, und die specifischen Eigenthümlichkeiten der Keimung der parasitischen Loranthaceen geben sich durchwegs als zweckmässige Anpassungserscheinungen zu erkennen. —

Gleich den drei früher veröffentlichten »Physiologischen Mittheilungen aus Buitenzorg« lehrt auch die vorliegende, dass die dort unternommenen Studien nicht nur zur Kenntniss neuer interessanter, das Pflanzenleben der Tropen betreffenden Thatsachen führt, sondern auch auf die Erforschung des Lebens unserer Gewächse fruchtbringend zurückwirkt.
